

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

21 Aktenzeichen: 196 35 604-0  
22 Anmeldetag: 2. 9. 96  
43 Offenlegungstag: 5. 3. 98

DE 19635604 A 1

⑦1 Anmelder:  
Lucas Automotive GmbH, 56070 Koblenz, DE

⑦4 Vertreter:  
Wagner, T., Dipl.-Ing., 56070 Koblenz

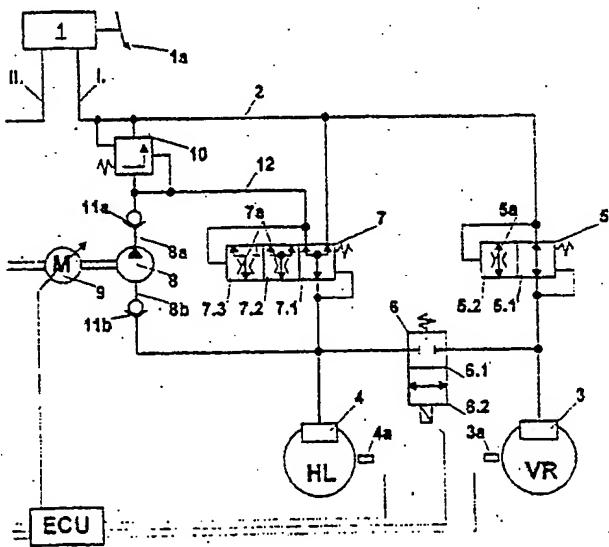
72 Erfinder:  
Lubischer, Frank, 56154 Boppard, DE  
55 Entgegenhaltungen:  
DE 1 96 05 476 A1  
DE 44 03 445 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## 54 Blockiergeschütztes Bremssystem für Kraftfahrzeuge

57 Ein blockiertes Bremsystem für Kraftfahrzeuge mit einer Bremsdruckgebereinheit (1), von der mindestens ein Bremskreis (I., II.) ausgeht, der eine Hauptbremsleitung (2) aufweist, um eine erste und eine zweite Radbremse (3, 4) mit Bremsfluid zu versorgen, Ventileinrichtungen (5, 7, 7'), die in der Hauptbremsleitung (2) zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten bzw. zweiten Radbremse (3, 4) angeordnet sind, um den Bremsdruck in den Radbremsen (3, 4) einzustellen, sowie einer Pumpe (8), um Bremsfluid von den Radbremsen (3, 4) in die Hauptbremsleitung (2) zurückzufördern, soll einfacher und mit einem geringen Kostenaufwand herstellbar gestaltet werden.

Dazu wird vorgeschlagen, daß die zweite Radbremse (4) unmittelbar mit dem Eingang (8b) der Pumpe (8) in Verbindung steht, und eine weitere Ventileinrichtung (6) zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) angeordnet ist, die im unbetätigtem Zustand (6.1) die Verbindung zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) sperrt, um mittels der Pumpe (8) Bremsfluid nur aus der zweiten Radbremse (4) zurückzufördern, und im betätigtem Zustand (6.2) eine Verbindung zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) herstellt, um mittels der Pumpe (8) Bremsfluid aus der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) zurückzufördern. Vorzugsweise ist die zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) angeordnete weitere Ventileinrichtung (6) ...



Die Erfindung bezieht sich auf ein blockiergeschütztes Bremsystem für Kraftfahrzeuge mit einer Bremsdruckgebereinheit, von der mindestens ein Bremskreis ausgeht, der eine Hauptbremsleitung aufweist, um eine erste und eine zweite Radbremse mit Bremsfluid zu versorgen, Ventileinrichtungen, die in der Hauptbremsleitung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten bzw. zweiten Radbremse angeordnet sind, um den Bremsdruck in den Radbremsen einzustellen, sowie einer Pumpe, um Bremsfluid von den Rad bremsen in die Hauptbremsleitung zurückzufördern.

Das Anwendungsgebiet eines solchen blockiergeschützten Bremsystems umfaßt neben der Antiblockierregelung auch die Regelung der Bremskraftverteilung.

Je stärker ein Kraftfahrzeug abgebremst wird, umso größer wird die dynamische Achslastverteilung, was dazu führen kann, daß die Hinterräder vor den Vorderrädern blockieren und wegen des Verlustes der Seitenführungskraft Bremsinstabilität entsteht. Als besonders kritisch können sich in diesem Punkt sogenannte Kleinwagen verhalten, die in der Regel frontangetrieben sind und zudem einen verhältnismäßig kurzen Radstand aufweisen. Um einem solchen Sicherheitsrisiko entgegenzuwirken, werden in bekannter Weise Bremskraftregler in der Bremsleitung zu den Hinterrädern installiert, um die Bremskraft an den Hinterrädern zu mindern. Die Kosten für die Bremskraftregler können eingespart werden, wenn das blockiergeschützte Bremsystem mit den für die Antiblockierregelung ohnehin vorhandenen Komponenten auch die Regelung der Bremskraftverteilung übernimmt.

So ist aus der DE 44 03 445 A1 eine hydraulische Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit einer Blockierschutzeinrichtung bekannt, die eine von der dynamischen Achslastverteilung abhängige Bremskraftverteilung und eine in Grenzen radindividuelle Bremsdrucksteuerung bei Blockiergefahr ermöglichen soll. Dabei erweist es sich als Kostennachteil, daß die Ventilaussattung pro Bremskreis zwei Elektromagnetventile umfaßt, denen jeweils noch Rückschlagventile parallelgeschaltet sind. Als Funktionsnachteil erweist sich, daß in den Radbremsen der Hinterräder kein höherer Bremsdruck als in den Radbremsen der Vorderräder eingestellt werden kann, was beispielsweise bei sehr geringen Fahrbahnreibwerten, wobei keine große dynamische Achslastverteilung auftritt, zu einer nicht unerheblichen Verlängerung des Bremsweges führen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein blockiergeschütztes Bremsystem unter Ausschluß der zuvor genannten Nachteile einfacher und mit einem geringen Kostenaufwand herstellbar zu gestalten.

Zur Lösung der Aufgabe ist gemäß der Erfindung bei dem eingangs genannten blockiergeschützten Bremsystem vorgesehen, daß die zweite Radbremse unmittelbar mit dem Eingang der Pumpe in Verbindung steht, und eine weitere Ventileinrichtung zwischen der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse angeordnet ist, die im unbetätigtem Zustand die Verbindung zwischen der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse sperrt, um mittels der Pumpe Bremsfluid nur aus der zweiten Radbremse zurückzufördern, und im betätigten Zustand eine Verbindung zwischen der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse herstellt, um mittels der Pumpe Bremsfluid aus der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse zurückzufördern.

Da die Möglichkeit besteht, mittels der Pumpe Bremsfluid nur aus der zweiten Radbremse zu entnehmen und in die Hauptbremsleitung zurückzufördern, um den Bremsdruck in der zweiten Radbremse abzubauen bzw. zu verringern, kann gleichzeitig ein Bremsdruck in der ersten Radbremse weiter aufgebaut werden. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die erste Radbremse einem Vorderrad des Kraftfahrzeugs und die zweite Radbremse einem Hinterrad des Kraftfahrzeugs zugeordnet ist, um die Bremskraftverteilung zu regeln. Soll zur Durchführung einer Antiblockierregelung der Bremsdruck in der ersten Radbremse abgebaut bzw. verringert werden, so kann dies durch Betätigung der weiteren Ventileinrichtung erfolgen.

Vorzugsweise ist die zwischen der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse angeordnete weitere Ventileinrichtung elektromagnetisch betätigbar. Dadurch kann der Bremsdruck in der ersten Radbremse zur Durchführung einer Antiblockierregelung auf einfache Weise individuell gesteuert werden.

Weiterhin ist ein Elektromotor zum Anreiben der Pumpe vorgesehen, wobei die Drehzahl des Elektromotors einstellbar ist, um die Fördermenge der Pumpe bzw. den am Ausgang der Pumpe erzeugten Druck zu dosieren.

Des Weiteren erfaßt eine elektronische Steuereinheit mittels Sensoren das Drehverhalten der den Radbremsen zugeordneten Räder, um in Abhängigkeit von dem Drehverhalten der Räder elektrische Ansteuersignale zur Betätigung der weiteren Ventileinrichtung und/oder zur Einstellung der Drehzahl des Elektromotors bereitzustellen.

Da bei einem Bremsystem mit zwei Bremskreisen ein Elektromotor gleichzeitig die Pumpen beider Bremskreise antreibt und die weitere Ventileinrichtung einmal pro Bremskreis vorhanden ist, muß die elektronische Steuereinheit ausschließlich Ansteuersignale für den Elektromotor sowie zwei weitere Ventileinrichtungen bereitstellen und nicht in der bei Antiblockiersystemen üblichen Weise für mindestens vier Elektromagnetventile. Hierdurch ergeben sich entscheidende Kostenvorteile. So werden beispielsweise im Bereich der elektronischen Steuereinheit Schaltkreise zur Ansteuerung von Elektromagnetventilen eingespart, wodurch die elektronische Steuereinheit ebenfalls weniger Einbaumaum benötigt. Ebenso reduziert sich der Aufwand an elektrischen Verbindungen.

Außerdem ist vorgesehen, daß eine erste Ventileinrichtung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse angeordnet ist, die im unbetätigtem Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse unmittelbar herstellt, und im betätigtem Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse über eine Druckverringerungsstufe herstellt.

Dabei kann die erste Ventileinrichtung als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet sein, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse betätigbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine zusätzliche Ventileinrichtung zwischen dem Ausgang der Pumpe und der Bremsdruckgebereinheit angeordnet, die im unbetätigtem Zustand die Verbindung zwischen dem Ausgang der Pumpe und der Bremsdruckgebereinheit sperrt, und im betätigtem Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang der Pumpe und der Bremsdruckgebereinheit herstellt.

Die zusätzliche Ventileinrichtung kann als Differenz-

drückventil ausgestaltet sein, das eine Druckdifferenz zwischen dem Ausgang der Pumpe und der Bremsdruckgebereinheit betätigbar ist.

Eine zweite Ventileinrichtung ist zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse angeordnet, die über eine Zwischenleitung (12) mit dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) verbunden ist.

In bevorzugter Weise ist vorgesehen, daß die zweite Ventileinrichtung im unbetätigtem Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang der Pumpe, der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse unmittelbar herstellt, in einem ersten betätigten Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang der Pumpe bzw. der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse über die Druckverringungsstufe herstellt, und in einem zweiten betätigten Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang der Pumpe und der zweiten Radbremse über die Druckverringungsstufe herstellt, wobei die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit gesperrt ist.

Dabei kann die zweite Ventileinrichtung als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet sein, das über eine Druckdifferenz zwischen dem Ausgang der Pumpe und der zweiten Radbremse betätigbar ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse angeordnete zweite Ventileinrichtung einfacher aufgebaut, wobei die zweite Ventileinrichtung im unbetätigtem Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse unmittelbar herstellt, und im betätigtem Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse über eine Druckverringungsstufe herstellt.

Auch hierbei kann die zweite Ventileinrichtung als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet sein, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der zweiten Radbremse betätigbar ist.

Dabei ergibt sich der Vorteil, daß die erste Ventileinrichtung und die zweite Ventileinrichtung identisch aufgebaut werden können, was sich günstig auf die Kosten auswirkt.

Vorteilhafterweise können die erste Ventileinrichtung und die weitere Ventileinrichtung in einer Ventilanordnung zusammengefaßt werden, wodurch sich ebenfalls Kosten und vor allem Einbauraum einsparen läßt.

Zur besonders komfortablen Steuerung des Bremsdruckes kann vorgesehen sein, daß die Ventilanordnung im unbetätigtem Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse herstellt, wobei die Verbindung zu der zweiten Radbremse gesperrt ist, in einem ersten betätigten Zustand eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse über eine Druckverringungsstufe herstellt, wobei die Verbindung zu der zweiten Radbremse gesperrt ist, in einem zweiten betätigten Zustand die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit, der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse sperrt, und in einem dritten betätigten Zustand eine Verbindung zwischen der ersten Radbremse und der zweiten Radbremse herstellt, wobei die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit gesperrt ist.

Dazu kann die Ventilanordnung als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet sein, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit und der ersten Radbremse betätigbar ist.

Auch ist die Ventilanordnung elektromagnetisch be-

tätigbar, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse zur Durchführung einer Antiblockierregelung individuell steuern zu können.

Um eine diagonale Bremskreisaufteilung zu bevorzugen, wirkt die erste Radbremse auf ein Vorderrad des Kraftfahrzeugs und die zweite Radbremse wirkt auf das Hinterrad des Kraftfahrzeugs, das dem Vorderrad, auf das die erste Radbremse wirkt, diagonal gegenüberliegt.

Damit sich der Bremsdruck an den Hinterrädern auf einem höheren Niveau als der Bremsdruck an den Vorderrädern regeln läßt, was insbesondere bei sehr geringen Fahrbahnreibwerten erforderlich sein kann, wobei keine große dynamische Achslastverteilung auftritt, ist vorgesehen, daß die Druckverringungsstufe der ersten Ventileinrichtung bzw. der Ventilanordnung und die Druckverringungsstufe der zweiten Ventilanordnung unterschiedlich bemessen sind, so daß während einer gleichen Zeitspanne in der zweiten Radbremse eine stärkere Erhöhung des Bremsdrucks als in der ersten Radbremse erfolgt.

Die Erfindung und weitere Vorteile werden im folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Bremskreis einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen blockiergeschützten Bremsystems,

Fig. 2 einen Bremskreis einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen blockiergeschützten Bremsystems, und

Fig. 3 einen Bremskreis einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen blockiergeschützten Bremsystems.

In Fig. 1 ist der erste Bremskreis I. einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen blockiergeschützten Bremsystems schematisch dargestellt. Zur Versorgung der Hauptbremsleitung 2 des Bremskreises mit Bremsfluid dient eine Bremsdruckgebereinheit 1, die über ein Bremspedal 1a betätigbar ist. An die Hauptbremsleitung 2 sind eine erste und eine zweite Radbremse 3, 4 angeschlossen. Um eine diagonale Bremskreisaufteilung zu bevorzugen, wirkt die erste Radbremse 3 auf das rechte Vorderrad VR des Kraftfahrzeugs und die zweite Radbremse 4 auf das dem rechten Vorderrad VR diagonal gegenüberliegende linke Hinterrad HL des Kraftfahrzeugs.

Bei der hier allgemein als Bremsdruckgebereinheit 1 bezeichneten Einheit handelt es sich in bekannter Weise um einen Hauptbremszylinder, der einen Behälter für Bremsfluid aufweist, und über das Bremspedal 1a betätigt wird. Zur Kraftunterstützung einer Betätigung des Bremspedals 1a kann entweder ein pneumatischer oder hydraulischer Bremskraftverstärker dienen. Auch kann der Bremskraftverstärker elektrisch betätigbar sein, damit auch von einer Betätigung des Bremspedals 1a unabhängige Bremsungen möglich sind.

Zur Einstellung des Bremsdrucks ist zwischen der Bremsdruckgebereinheit 1 und der ersten Radbremse 3 eine erste Ventileinrichtung 5, sowie zwischen der Bremsdruckgebereinheit 1 und der zweiten Radbremse 4 eine zweite Ventileinrichtung 7 angeordnet. Weiterhin ist zwischen der ersten Radbremse 3 und der zweiten Radbremse 4 eine weitere Ventileinrichtung 6 angeordnet.

Die erste Ventileinrichtung 5 ist als mechanisches Mengenregelventil ausgebildet, das in Abhängigkeit von einer zwischen der Bremsdruckgebereinheit 1 und der ersten Radbremse 3 vorhandenen Druckdifferenz in zwei Stellungen 5.1 und 5.2 bringbar ist. Ist zwischen der

Bremsdruckgebereinheit 1 mit der ersten Radbremse 3 keine Druckdifferenz vorhanden, so nimmt die erste Ventileinrichtung 5 ihre erste Stellung 5.1 (Grundstellung) ein, wobei die Bremsdruckgebereinheit 1 mit der ersten Radbremse 3 verbunden ist, um einen Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 (ungedrosselt) aufzubauen. Ist dagegen zwischen der Bremsdruckgebereinheit 1 und der ersten Radbremse 3 eine Druckdifferenz vorhanden, so wird die erste Ventileinrichtung 5 in ihre zweite Stellung 5.2 (Regelstellung) überführt, wobei die Bremsdruckgebereinheit 1 über eine Druckverringungsstufe 5a mit der ersten Radbremse 3 verbunden ist, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 mit einem durch die Bemessung der Druckverringungsstufe 5a einstellbaren Gradienten (gedrosselt) zu erhöhen.

Auch die zweite Ventileinrichtung 7 ist als mechanisches Mengenregelventil ausgebildet, das an die Bremsdruckgebereinheit 1, die zweite Radbremse 4 und den Pumpenausgang 8a einer Pumpe 8 angeschlossen ist, und in Abhängigkeit von einer zwischen dem Pumpenausgang 8a und der zweiten Radbremse 4 vorhandenen Druckdifferenz in drei Stellungen 7.1, 7.2 und 7.3 bringbar ist. Wenn keine Druckdifferenz vorhanden ist, wird die erste Stellung 7.1 (Grundstellung) eingenommen, wobei die Bremsdruckgebereinheit 1, der Pumpenausgang 8a und die zweite Radbremse 4 untereinander verbunden sind, um einen Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 (ungedrosselt) aufzubauen. Ist eine Druckdifferenz zwischen dem Pumpenausgang 8a und der zweiten Radbremse 4 wirksam, so nimmt die zweite Ventileinrichtung 7 zunächst die zweite Stellung 7.2 ein, wobei die Bremsdruckgebereinheit 1 und der Pumpenausgang 8a über eine Druckverringungsstufe 7a mit der zweiten Radbremse 4 verbunden sind, um den Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 mit einem durch die Bemessung der Druckverringungsstufe 7a einstellbaren Gradienten (gedrosselt) zu erhöhen. Bei weiterer Erhöhung der Druckdifferenz zwischen dem Pumpenausgang 8a und der zweiten Radbremse 4 wird die Stellung 7.3 eingenommen, wobei der Pumpenausgang 8a über die Druckverringungsstufe 7a mit der zweiten Radbremse 4 verbunden ist und die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit 1 gesperrt ist. Da in der ersten und zweiten Stellung 7.1, 7.2 die Bremsdruckgebereinheit 1 mit dem Pumpenausgang 8a verbunden ist, wird die Druckdifferenz zwischen dem Pumpenausgang 8a und der zweiten Radbremse 4 in den Stellungen 7.1, 7.2 durch den von der Bremsdruckgebereinheit 1 bereitgestellten Druck unterstützt.

Bei der weiteren Ventileinrichtung 6 handelt es sich um ein elektromagnetisch betätigtes Absperrventil, dessen elektrische Ansteuerung durch eine elektronische Steuereinheit ECU erfolgt. Im nicht angesteuerten Zustand nimmt die weitere Ventileinrichtung 6 die erste Stellung 6.1 (Grundstellung) ein, wobei die Verbindung zwischen der ersten Radbremse 3 und der zweiten Radbremse 4 gesperrt ist. Im angesteuerten Zustand wird die zweite Stellung 6.2 eingenommen, wobei die Verbindung zwischen der ersten Radbremse 3 und der zweiten Radbremse 4 geöffnet ist, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 abzubauen bzw. zu verringern.

Die zweite Radbremse 4 ist unmittelbar mit dem Pumpeneingang 8b der Pumpe 8 verbunden. Die Pumpe 8 dient dazu Bremsfluid von der zweiten Radbremse 4 und, wenn sich die weitere Ventileinrichtung 6 in ihrer zweiten Stellung 6.2 befindet, von der ersten Radbremse 3 in die Hauptbremsleitung 2 zurückzufördern. Zum Antrieb der Pumpe 8 ist ein Elektromotor 9 vorgesehen,

der durch die elektronische Steuereinheit ECU elektrisch angesteuert wird. Dabei ist die Drehzahl  $n$  des Elektromotors 9 einstellbar, so daß die Fördermenge bzw. der am Pumpenausgang 8a erzeugte Druck der Pumpe 8 dosiert werden kann.

Zwischen dem Pumpenausgang 8a und der Hauptbremsleitung 2 ist eine als Differenzdruckventil 10 ausgestaltete Ventileinrichtung in der Weise angeordnet, daß eine Verbindung in Richtung von der Hauptbremsleitung 2 zum Pumpenausgang 8a normalerweise gesperrt ist, und eine Verbindung in Richtung vom Pumpenausgang 8a zur Hauptbremsleitung 2 nur dann besteht, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Pumpenausgang 8a und dem Bremsdruckgebereinheit 1 bzw. der Hauptbremsleitung 2 eine voreingestellte Druckdifferenz (in der Größenordnung von 3 bar) überschreitet. Da in der ersten und zweiten Stellung 7.1, 7.2 der zweiten Ventileinrichtung 7 die Bremsdruckgebereinheit 1 mit dem Pumpenausgang 8a verbunden ist, in bei den Stellungen 7.1, 7.2 der zweiten Ventileinrichtung 7 nur der am Pumpenausgang 8a erzeugte Druck maßgebend, um die voreingestellte Druckdifferenz zur Betätigung des Differenzdruckventils 10 zu überschreiten.

Wie bereits erwähnt, ist der Pumpenausgang 8a über die Zwischenleitung 12 an die zweite Ventileinrichtung 7 angeschlossen. Um zu verhindern, daß Bremsfluid von der Bremsdruckgebereinheit 1 über die Zwischenleitung 12 zu den Radbremsen 3, 4 strömen kann, befinden sich am Pumpenausgang 8a und am Pumpeneingang 8b Rückschlagventile 11a, 11b, die vorzugsweise in die Pumpe 8 integriert sind.

Die elektronische Steuereinheit ECU erfaßt mittels Raddrehzahlsensoren 3a, 4a das Drehverhalten der den Radbremsen 3, 4 zugeordneten Räder VR, HR, um in dessen Abhängigkeit durch elektrische Ansteuerung des Elektromotors 9 und/oder der weiteren Ventileinrichtung 6 den Bremsdruck in den Radbremsen 3, 4 zu steuern.

Bei nicht angesteuertem Elektromotor 9 und nicht angesteuerte weiterer Ventileinrichtung 6 befinden sich die Ventileinrichtungen 5, 6 und 7 jeweils in ihren ersten Stellungen 5.1, 6.1 und 7.1 (Grundstellungen), so daß für normale Bremsungen bei Betätigung der Bremsdruckgebereinheit 1 über das Bremspedal 1a ein (ungedrosselter) Druckaufbau in den Radbremsen 3, 4 erfolgen kann.

Um die Bremskraftverteilung des Kraftfahrzeugs elektronisch zu regeln, ist während einer Bremsung eine Begrenzung des Bremsdrucks an der Rad bremsen der Hinterräder erforderlich, so daß ein Blockieren der Hinterräder verhindert wird. Erkennt die elektronische Steuereinheit ECU während einer Bremsung an dem Hinterrad HL eine Blockiertendenz, so wird zunächst der Elektromotor 9 kurzzeitig in einem oberen Drehzahlbereich ( $n > n_1$ ) betrieben, bei der der am Pumpenausgang 8a erzeugte Druck ausreicht die am Druckdifferenzventil 10 voreingestellte Druckdifferenz zu überschreiten, so daß über das Differenzdruckventil 10 eine Verbindung vom Pumpenausgang 8a zur Hauptbremsleitung 2 besteht. Dadurch nimmt die zweite Ventileinrichtung 7 ihre dritte Stellung 7.3 ein, in der die Verbindung von der Bremsdruckgebereinheit 1 zu der zweiten Radbremse 4 gesperrt ist, so daß die Pumpe 8 Bremsfluid aus der zweiten Radbremse 4 in die Hauptbremsleitung 2 zurückförder. Dabei wird der Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 verringert. Auch wird eine geringe Menge Bremsfluid über die Druckverringungsstufe 7a der zweiten Ventileinrichtung 7 umge-

pumpt.

Anschließend wird der Elektromotor 9 in einem unteren Drehzahlbereich ( $0 < n < n_1$ ) betrieben, bei dem der am Pumpenausgang 8a erzeugte Druck nicht ausreicht, die am Druckdifferenzventil 10 voreingestellte Druckdifferenz zu überschreiten, so daß durch das Differenzdruckventil 10 die Verbindung vom Pumpenausgang 8a zur Hauptbremsleitung 2 gesperrt ist. Dadurch nimmt die zweite Ventileinrichtung 7 ihre zweite Stellung 7.2 ein, in der die Pumpe 8 aus der zweiten Radbremse 4 entnommenes Bremsfluid über die Zwischenleitung 12 in die zweite Radbremse 4 zurückfördert. Dies führt dazu, daß der Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 konstant gehalten, also eine Druckhaltephase eingestellt wird. Während der Haltephase entscheidet die elektronische Steuereinheit ECU, ob nach der Haltephase die Einstellung einer Druckabbau- oder einer Druckaufbau erfolgen soll.

Wenn eine Druckabbauphase erfolgen soll, wird die Drehzahl  $n$  des Elektromotors 9 wieder erhöht ( $n > n_1$ ), so daß über das Differenzdruckventil 10 eine Verbindung vom Pumpenausgang 8a zur Hauptbremsleitung 2 besteht, wodurch die zweite Ventileinrichtung 7 ihre dritte Stellung 7.3 einnimmt, um den Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4, wie bereits erläutert, abzubauen bzw. zu verringern.

Soll eine Druckaufbauphase erfolgen, so wird die Drehzahl  $n$  des Elektromotors 9 auf einen Wert in der Größenordnung von Null herabgesetzt ( $n = 0$ ), was dazu führt, die zweite Ventileinrichtung 7 in ihrer zweiten Stellung 7.2 verbleibt. Da die Pumpe 8 in diesem Fall kein Bremsfluid aus der zweiten Radbremse 4 entnimmt und über die Zwischenleitung 12 in die zweite Radbremse 4 zurückfördert, wird der Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 entsprechend dem durch die Druckverringerungsstufe 7a eingestellten Gradienten (gedrosselt) erhöht.

Damit ist es möglich durch Ansteuerung des Elektromotors 9 in der zuvor dargelegten Weise Druckaufbau-, Druckhalte- sowie Druckabbauphasen einzustellen, um den Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 zu modulieren. Da der in Fig. 1 nicht näher dargestellte zweite Bremskreis II. identisch aufgebaut ist und entsprechend auf das linke Vorderrad und das rechte Hinterrad wirkt, und der Elektromotor 9 zugleich die Pumpen beider Bremskreise I., II. antreibt, wird die Steuerung des Bremsdrucks an den Hinterrädern nach dem "Select Low"-Prinzip durchgeführt.

Wenn die elektronische Steuereinheit ECU während einer Bremsung an dem Vorderrad VR eine Blockiertendenz erkennt, wird die weitere Ventileinrichtung 6 angesteuert, so daß diese ihre zweite Stellung 6.2 einnimmt. Gleichzeitig wird der Elektromotor 9 angesteuert, wobei die Drehzahl  $n$  des Elektromotors 9 so eingestellt wird ( $n > n_1$ ), daß der am Pumpenausgang 8a erzeugte Druck ausreicht die am Druckdifferenzventil 10 voreingestellte Druckdifferenz zu überschreiten, so daß über das Differenzdruckventil 10 eine Verbindung vom Pumpenausgang 8a zur Hauptbremsleitung 2 besteht, und die zweite Ventileinrichtung 7 ihre dritte Stellung 7.3 einnimmt. Dadurch fördert die Pumpe 8 Bremsfluid aus der ersten Radbremse 3 in die Hauptbremsleitung 2 zurück, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 abzubauen bzw. zu verringern. Der Druckabbau in der ersten Radbremse 3 bewirkt eine Druckdifferenz, durch die die erste Ventileinrichtung 5 ihre zweite Stellung 5.2 einnimmt.

Um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 wie-

der zu erhöhen, wird die Ansteuerung der weiteren Ventileinrichtung 6 zurückgenommen, so daß diese ihre erste Stellung 6.1 einnimmt, in der die erste Radbremse 3 gegenüber dem Pumpeneingang 8b abgesperrt ist. Da sich die erste Ventileinrichtung 5 wie zuvor erläutert in ihrer zweiten Stellung 5.2 befindet, wird der Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 entsprechend dem durch die Druckverringerungsstufe 5a eingestellten Gradienten (gedrosselt) erhöht.

10 Gemäß dem erfolgt die Steuerung des Bremsdrucks in der ersten Radbremse 3 über Ansteuerung der weiteren Ventileinrichtung durch Einstellung von Druckaufbau- sowie Druckabbauphasen. Zwar ist eine Druckhaltephase nicht einstellbar, jedoch ist es durch eine getaktete Ansteuerung der weiteren Ventileinrichtung 6 möglich, eine Druckhaltephase quasi zu simulieren. Aufgrund des identischen Aufbaus des in Fig. 1 nicht näher dargestellten zweiten Bremskreises II. kann die Steuerung des Bremsdrucks an dem linken Vorderrad in der gleichen Weise durchgeführt werden, wobei der Bremsdruck in den Radbremsen der Vorderräder jeweils individuell steuerbar ist.

Während einer Druckabbauphase in der ersten Radbremse 3 wird durch die Pumpe 8 auch der Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 verringert. Da der Elektromotor 9, wie bereits erwähnt, zugleich die Pumpen beider Bremskreise I., II. antreibt, wird auch der Bremsdruck am rechten Hinterrad verringert. Um einer hierdurch bedingten Unterbremsung der Hinterräder entgegenzuwirken, wird während der Druckaufbauphasen in der ersten Radbremse 3 auch die Drehzahl  $n$  des Elektromotors 9 auf einen Wert in der Größenordnung von Null herabgesetzt ( $n = 0$ ), um den Bremsdruck an den Hinterrädern zu erhöhen.

35 Da beim Herabsetzen der Drehzahl des Elektromotors 9 die zweite Ventileinrichtung 7 ihre erste Stellung 7.1, die einen (ungedrosselten) Druckaufbau ermöglicht, erst dann einnimmt, wenn keine Druckdifferenz mehr wirksam ist, bleibt die zweite Ventileinrichtung 7 während der Druckaufbauphase zeitweise auch in der zweiten Stellung 7.2, in der über die Druckverringerungsstufe 7a eine (gedrosselte) Erhöhung des Bremsdrucks an den Hinterrädern erfolgt. Um während der Druckabbauphasen in der ersten Radbremse 3 einen Abfall des Bremsdrucks an den Hinterrädern stärker zu kompensieren, ist die Druckverringerungsstufe 7a im Vergleich zur Druckverringerungsstufe 5a so bemessen, daß in der zweiten Radbremse 4 während einer gleichen Zeitspanne ein höherer Druck als in der ersten Radbremse 3 aufgebaut wird, also für die zweite Radbremse 4 ein steilerer Druckaufbaugradient als für die erste Radbremse 3 vorgesehen ist. So kann eine Regelung des Bremsdrucks an den Hinterrädern auf einem höheren Niveau als der Bremsdruck an den Vorderrädern insbesondere bei sehr geringen Fahrbahnreibwerten erforderlich sei, um eine Verkürzung des Bremsweges zu erreichen.

Aufgrund der weiteren Ventileinrichtung 6, die in ihrer ersten Stellung 6.1 (Grundstellung) die Verbindung zwischen der ersten Radbremse 3 und der zweiten Radbremse 4 sperrt, ist es möglich während einer Druckabbauphase in der zweiten Radbremse 4 gleichzeitig eine Druckaufbauphase in der ersten Radbremse 3 durchzuführen. Allerdings ist es bei nicht angetriebener Pumpe 8 durch kurzzeitiges Ansteuern der weiteren Ventileinrichtung 6 auch möglich, während einer Druckaufbauphase in der ersten Radbremse 3 auch den Bremsdruck in der zweiten Radbremse 4 auf das gleiche Druckni-

veau anzuheben, um einen Entfall des Bremsdrucks an den Hinterrädern aus dem zuvor erwähnten Grund zu kompensieren.

In Fig. 2 ist ein Bremskreis I. einer zweiten Ausführungsform eines erfundungsgemäßen blockiergeschützten Bremssystems schematisch dargestellt, der gegenüber der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform einfacher ausgebildet ist. Dies wird dadurch erreicht, daß zum einen das Differenzdruckventil 10 und die Zwischenleitung 12 entfallen, zum anderen die zweite Ventileinrichtung 7' nur noch zwei Stellungen 7.1' und 7.2' aufweist. Da die zweite Ventileinrichtung 71 die zweite Stellung 7.2 gemäß der Ausführungsform nach Fig. 1 nicht einnehmen kann, ergibt sich insoweit eine Funktionseinschränkung, da eine Druckhaltephase in der zweiten Radbremse 4 nicht unmittelbar einstellbar ist. Jedoch kann durch elektrische Ansteuerung des Elektromotors 9 ein zeitlich geordneter Wechsel zwischen Druckaufbau- und Druckhaltephasen bewirkt werden, um eine Druckhaltephase quasi zu simulieren. Durch den Entfall des Differenzdruckventil 10 kann sich in der Hauptbremsleitung 2 eine höhere Druckpulsation einstellen, die über die Bremsdruckgebereinheit 1 bis auf das Bremspedal 1a zurückwirken kann. Allerdings ist hierbei eine Reduzierung der erforderlichen Leistung des Elektromotors 9 möglich, da die Pumpe 8 im Vergleich zu der Ausführungsform nach Fig. 1 kein Bremsfluid über die Zwischenleitung 12 umpumpt. Ansonsten ist die in Fig. 2 dargestellte zweite Ausführungsform mit der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform in Aufbau und Funktion identisch.

In Fig. 3 ist ein Bremskreis I. einer dritten Ausführungsform eines erfundungsgemäßen blockiergeschützten Bremssystems schematisch dargestellt. Hierbei sind gegenüber der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform die erste Ventileinrichtung 5 und die weitere Ventileinrichtung 6 zu einer Ventilanordnung 56 zusammengefaßt sind. Die Ventilanordnung 56 wird wie die weitere Ventileinrichtung 6 gemäß Fig. 1 und 2 durch die elektronische Steuereinheit ECU elektrisch sowie in Abhängigkeit von einer zwischen der Bremsdruckgebereinheit 1 und der ersten Radbremse 3 vorhandenen Druckdifferenz mechanisch gesteuert, so daß die Ventilanordnung 56 insgesamt in vier unterschiedliche Stellungen 56.1, 56.2, 56.3 sowie 56.4 bringbar ist. In der ersten Stellung 56.1 (Grundstellung) ist die Bremsdruckgebereinheit 1 mit der ersten Radbremse 3 verbunden, wobei die Verbindung zur zweiten Radbremse 4 gesperrt ist, um einen Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 (ungedrosselt) aufzubauen. In der zweiten Stellung 56.2 ist die Bremsdruckgebereinheit 1 über eine Druckverringerungsstufe 56a mit der ersten Radbremse 3 verbunden, wobei die Verbindung zur zweiten Radbremse 4 gesperrt ist, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 mit einem durch die Bemessung der Druckverringerungsstufe 56a einstellbaren Gradienten (gedrosselt) zu erhöhen. In der dritten Stellung 56.3 sind die Verbindungen zur Bremsdruckgebereinheit 1, ersten Radbremse 3 sowie zweiten Radbremse 4 gegeneinander gesperrt, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 konstant zu halten. In der vierten Stellung 56.4 ist die erste Radbremse 3 mit der zweiten Radbremse 4 bzw. dem Pumpeneingang 8b verbunden, wobei die Verbindung zur Bremsdruckgebereinheit 1 gesperrt ist, um den Bremsdruck in der ersten Radbremse 3 abzubauen bzw. zu verringern.

Damit ist es gegenüber der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführung aufgrund der dritten Stellung 56.3 möglich,

eine Druckhaltephase zur Steuerung des Bremsdrucks einzustellen. Weiterhin kann zur Betätigung der Ventilanordnung 56 ein Proportionalmagnet eingesetzt werden, so daß in der zweiten Stellung 56.2 über eine entsprechende elektrische Ansteuerung auch eine Einstellung der Steilheit des Druckaufbaugradienten möglich ist. Damit läßt sich der Bremsdruck noch komfortabler steuern, was die Bremswirkung, beispielsweise bei sprungförmigen Veränderungen des Fahrbahnreibwertes, verbessert. Ist diese Verbesserung nicht notwendigerweise erforderlich, so besteht selbstverständlich die Alternative, die Ventilanordnung 56 als elektromagnetisch betätigtes 3/3-Wege Ventil zu vereinfachen, das nur die drei Stellungen 56.1, 56.3 sowie 56.4 aufweist.

Anschließend sei zu der als Mengenregelventil ausgebildeten ersten und zweiten Ventileinrichtung 5, 7 sowie der Ventilanordnung 56 noch folgendes bemerkt. Ein Mengenregelventil regelt bei Anliegen einer Druckdifferenz den Bremsdruckaufbau in der zugehörigen Radbremse in der Weise, daß einer bestimmten Druckaufbauzeit ein ganz bestimmter Druckanstieg in der Radbremse zugeordnet werden kann. Die mechanischen und strukturellen Eigenschaften des Mengenregelventils legen einen Gradienten des Druckaufbaus fest, der weitgehend unabhängig ist von der am Mengenregler anliegenden Druckdifferenz. Dieser Druckaufbaugradient wird bestimmt durch die Strömungsrate, mit der das Bremsfluid die Druckverringerungsstufe des Ventils durchströmt. Somit ist über die Bemessung der Druckverringerungsstufe (Strömungsquerschnitt) die Strömungsrate und damit der Druckaufgradient einstellbar.

#### Patentansprüche

##### 1. Blockiergeschütztes Bremssystem für Kraftfahrzeuge mit

— einer Bremsdruckgebereinheit (1), von der mindestens ein Bremskreis (I, II.) ausgeht, der eine Hauptbremsleitung (2) aufweist, um eine erste und eine zweite Radbremse (3, 4) mit Bremsfluid zu versorgen,

— Ventileinrichtungen (5, 7, 7'), die in der Hauptbremsleitung (2) zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten bzw. zweiten Radbremse (3, 4) angeordnet sind, um den Bremsdruck in den Radbremsen (3, 4) einzustellen, sowie

— einer Pumpe (8), um Bremsfluid von den Radbremsen (3, 4) in die Hauptbremsleitung (2) zurückzufördern,

dadurch gekennzeichnet, daß

— die zweite Radbremse (4) unmittelbar mit dem Eingang (8b) der Pumpe (8) in Verbindung steht, und

— eine weitere Ventileinrichtung (6) zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) angeordnet ist, die

— im unbetätigten Zustand (6.1) die Verbindung zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) sperrt, um mittels der Pumpe (8) Bremsfluid nur aus der zweiten Radbremse (4) zurückzufördern, und

— im betätigten Zustand (6.2) eine Verbindung zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) herstellt, um mittels der Pumpe (8) Bremsfluid aus der ersten Radbremse (3) und der

zweiten Radbremse (4) drückzufördern.

2. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) angeordnete weitere Ventileinrichtung (6) elektromagnetisch betätigbar ist.
3. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
  - ein Elektromotor (9) zum Antreiben der Pumpe (8) vorgesehen ist, wobei die Drehzahl des Elektromotors (9) einstellbar ist, um die Fördermenge der Pumpe (8) bzw. den am Ausgang (8a) der Pumpe (8) erzeugten Druck zu dosieren.
4. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine elektronische Steuereinheit (ECU) mittels Sensoren (3a, 4a) das Drehverhalten der den Radbremsen (3, 4) zugeordneten Räder erfaßt, um in Abhängigkeit von dem Drehverhalten der Räder elektrische Ansteuersignale zur Betätigung der weiteren Ventileinrichtung (6) und/oder zur Einstellung der Drehzahl des Elektromotors (9) bereitzustellen.
5. Blockiertes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine erste Ventileinrichtung (5) zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) angeordnet ist, die
    - im unbetätigten Zustand (5.1) eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) unmittelbar herstellt, und
    - im betätigten Zustand (5.2) eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) über eine Druckverringerungsstufe (5a) herstellt.
6. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die erste Ventileinrichtung (5) als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet ist, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) betätigbar ist.
7. Blockiertes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine zusätzliche Ventileinrichtung (10) zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der Bremsdruckgebereinheit (1) angeordnet ist, die
    - im unbetätigten Zustand die Verbindung zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der Bremsdruckgebereinheit (1) sperrt, und
    - im betätigten Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der Bremsdruckgebereinheit (1) herstellt.
8. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die zusätzliche Ventileinrichtung (10) als Differenzdruckventil ausgestaltet ist, das über eine Druckdifferenz zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der Bremsdruckgebereinheit (1) betätigbar ist.
9. Blockiertes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine zweite Ventileinrichtung (7) zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) angeordnet ist, die über eine Zwischenleitung (12) mit dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) verbunden ist.
10. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die zweite Ventileinrichtung (7)
    - im unbetätigtem Zustand (7.1) eine Verbindung zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8), der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) unmittelbar herstellt,
    - in einem ersten betätigtem (7.2) Zustand eine Verbindung zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) bzw. der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) über die Druckverringerungsstufe (7a) herstellt, und
    - in einem zweiten betätigtem Zustand (7.3) eine Verbindung zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der zweiten Radbremse (4) über die Druckverringerungsstufe (7a) herstellt, wobei die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit (1) gesperrt ist.
11. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die zweite Ventileinrichtung (7) als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet ist, das über eine Druckdifferenz zwischen dem Ausgang (8a) der Pumpe (8) und der zweiten Radbremse (4) betätigbar ist.
12. Blockiertes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine zweite Ventileinrichtung (7') zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) angeordnet ist, die
    - im unbetätigten Zustand (7.1') eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) unmittelbar herstellt, und
    - im betätigten Zustand (7.2') eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) über eine Druckverringerungsstufe (7a') herstellt.
13. Blockiertes Bremssystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die zweite Ventileinrichtung (7') als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet ist, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der zweiten Radbremse (4) betätigbar ist.
14. Blockiertes Bremssystem nach An-

spruch 12 oder 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die erste Ventileinrichtung (5) und die zweite Ventileinrichtung (7') identisch aufgebaut sind.

15. Blockiergeschütztes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die erste Ventileinrichtung (5) und die weitere Ventileinrichtung (6) in einer Ventilanordnung (56) zusammengefaßt sind.

16. Blockiergeschütztes Bremssystem nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Ventilanordnung (56)
  - im unbetätigten Zustand (56.1) eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) herstellt, wobei die Verbindung zu der zweiten Radbremse (4) gesperrt ist,
  - in einem ersten betätigten Zustand (56.2) eine Verbindung zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) über eine Druckverringerungsstufe (56a) herstellt, wobei die Verbindung zu der zweiten Radbremse (4) gesperrt ist,
  - in einem zweiten betätigten Zustand (56.3) die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit (1), der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) sperrt, und
  - in einem dritten betätigten Zustand (56.4) eine Verbindung zwischen der ersten Radbremse (3) und der zweiten Radbremse (4) herstellt, wobei die Verbindung zu der Bremsdruckgebereinheit (1) gesperrt ist.

17. Blockiergeschütztes Bremssystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß

- die Ventilanordnung (56) als mechanisches Mengenregelventil ausgestaltet ist, das über eine Druckdifferenz zwischen der Bremsdruckgebereinheit (1) und der ersten Radbremse (3) betätigbar ist.

18. Blockiergeschütztes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Ventilanordnung (56) elektromagnetisch betätigbar ist.

19. Blockiergeschütztes Bremssystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die erste Radbremse (3) auf ein Vorderrad des Kraftfahrzeugs wirkt und die zweite Radbremse (4) auf das Hinterrad des Kraftfahrzeugs wirkt, das dem Vorderrad, auf das die erste Radbremse (3) wirkt, diagonal gegenüberliegt.

20. Blockiergeschütztes Bremssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Druckverringerungsstufe (5a, 56a) der ersten Ventileinrichtung (5) bzw. der Ventilanordnung (56) und die Druckverringerungsstufe (7a, 7a') der zweiten Ventilanordnung (7, 7') unterschiedlich bemessen sind, so daß während einer gleichen Zeitspanne in der zweiten

Radbremse (4) eine stärkere Erhöhung des Bremsdrucks als in der ersten Radbremse (3) erfolgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

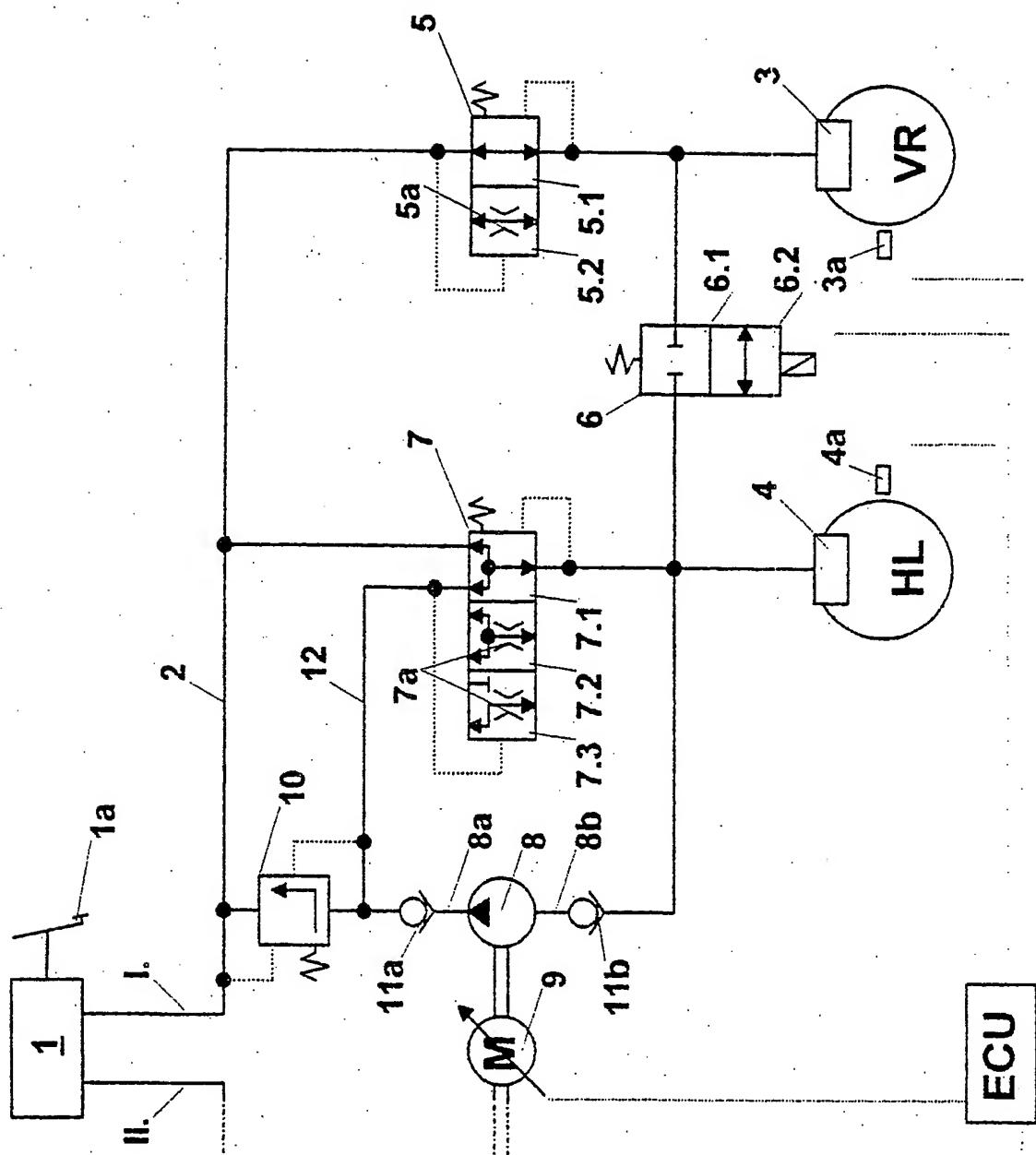


Fig. 1

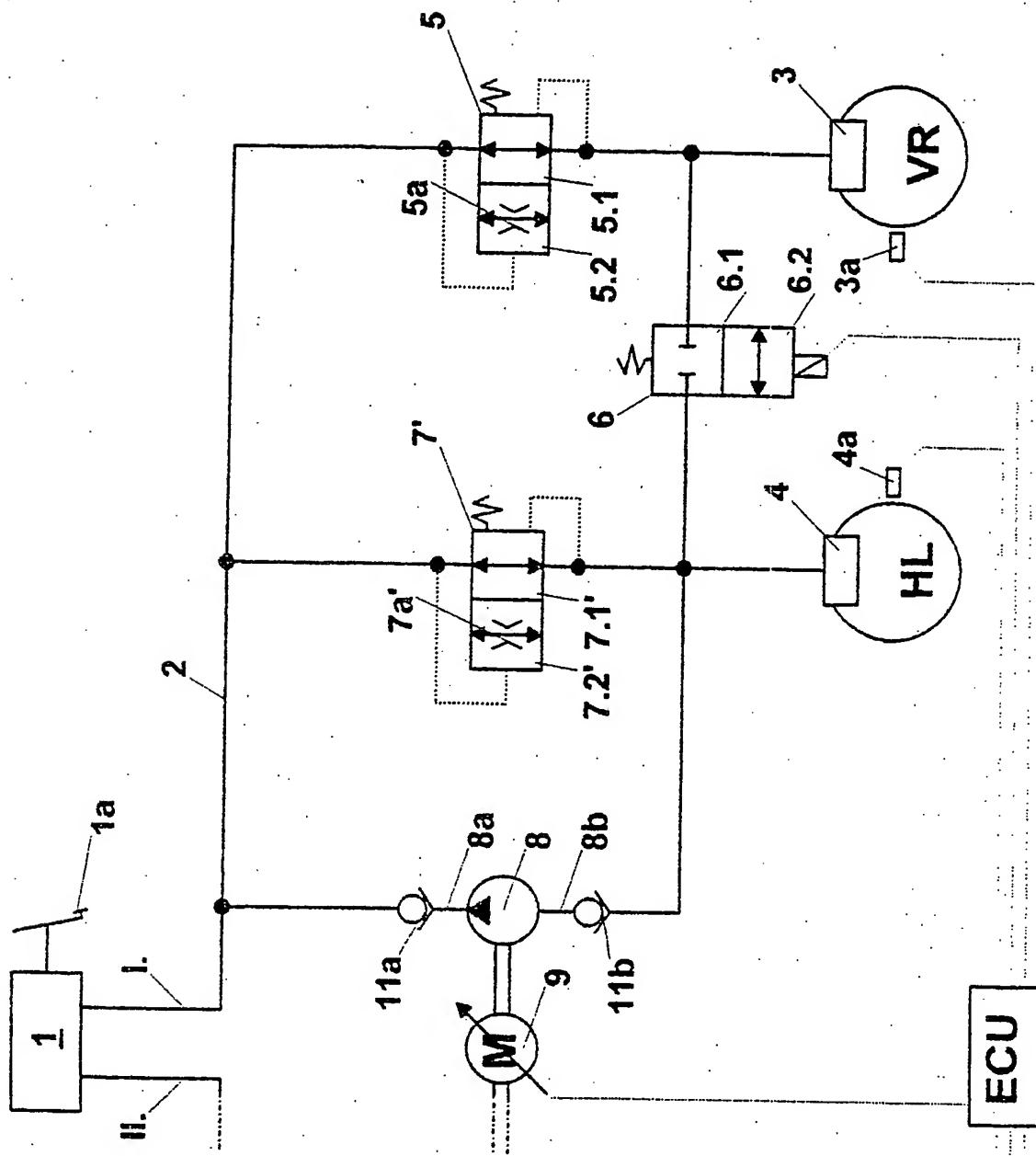
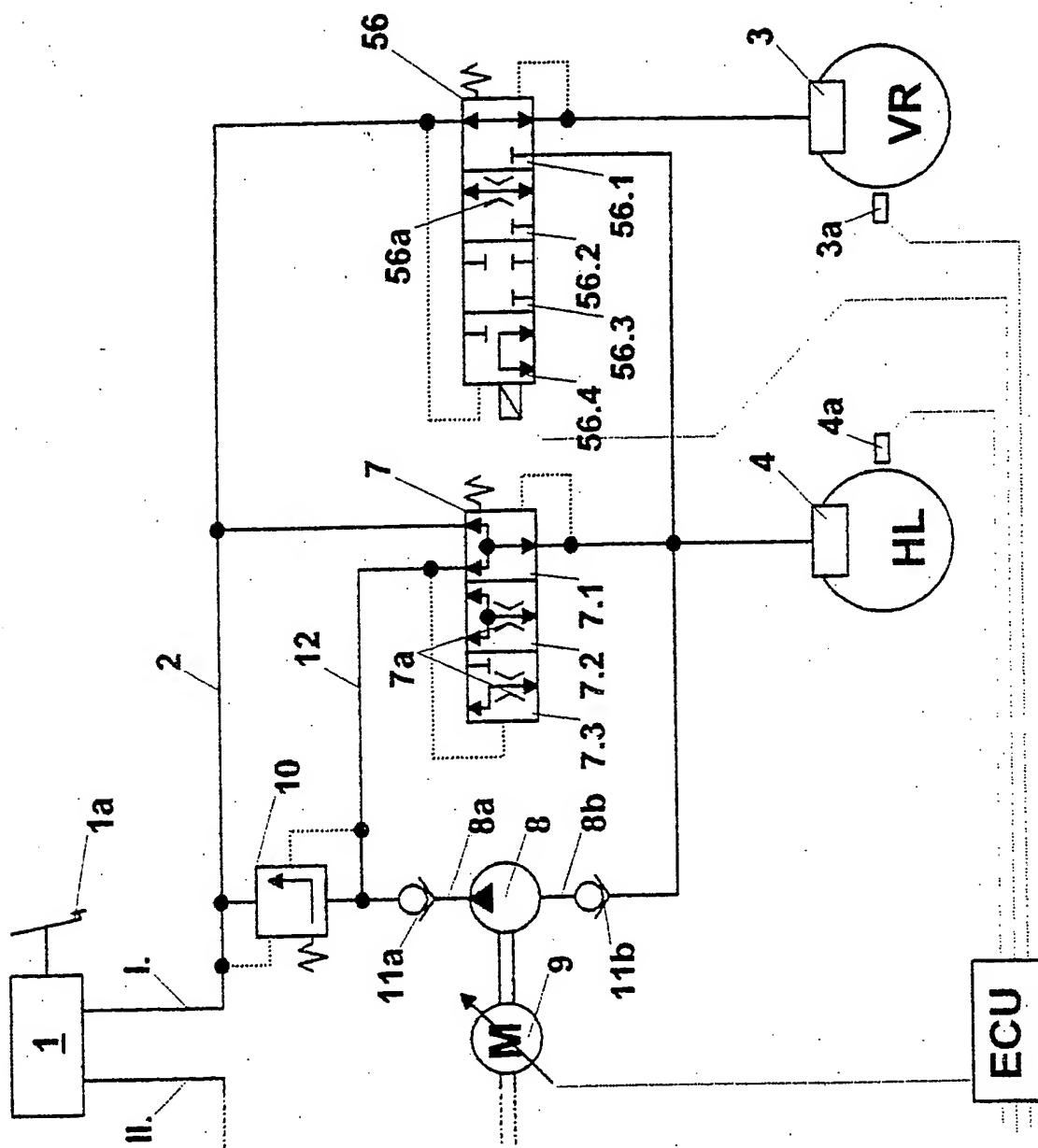


Fig. 2



3  
Fig.